

19 भौतिकी को गणेश का प्रतिदान

ज्योति त्यागराजन

इधर अनेक वर्षों से मैं कक्षा 11 तथा 12 को भौतिक विज्ञान पढ़ाती रही हूँ। आधे समय तो वह अत्यन्त ऊर्जा प्रदान करने वाला अनुभव रहा पर कुछ समय वह करीब–करीब मौत जैसा नीरस भी रहा है।

भौतिकी के जिन अधिकांश पाठ्यक्रमों को मैंने पढ़ाया है, 1 बी या ए स्तर का या आईएससी का, जिन्हें पढ़ाने में मैंने लगभग समान समय व्यतीत किया है, वे सभी मैकेनिक्स (यांत्रिकी) से प्रारम्भ होते हैं। इसलिए जिन पहली चीजों के बारे में विद्यार्थी सुनते हैं, वे होती हैं यूनिट्स (इकाइयाँ); फिर वे वैक्टर्स (सदिश) के बारे में सुनते हैं, फिर गति, वेग और त्वरण के बारे में सुनते हैं, फिर न्यूटन के नियमों के बारे में, न्यूटन के गति के समीकरणों के बारे में सुनते हैं, फिर न्यूटन के फ्री बॉडी डायग्राम्स (मुक्त निकाय रेखाचित्रों) के बारे में सुनते हैं, फिर न्यूटन की फ्री फाल (मुक्त रूप से गिरना) की व्याख्या के बारे में सुनते हैं, और फिर उनकी रुचि मर जाती है। उसके बाद, मैं साहस और धैर्य के साथ विषयवस्तु को धकेलती हुई बढ़ती जाती हूँ और हम इनर्जी एण्ड पावर (ऊर्जा तथा शक्ति), रोटेशनल मोशन (चक्रीय गति), इलास्टिसिटी (प्रत्यास्थता), हीट ट्रांसफर (ऊष्मा का अन्तरण) तथा लीनियर ऐक्सपैन्सन (रैखिक वृद्धि) से होते हुए वेव मैकेनिक्स (तरंग यांत्रिकी) पर पहुँचते हैं।

दरअसल, मुझे स्वीकार करना पड़ेगा कि मैं शायद नाटकीय रूप से उबाऊ और उदासी भरी तस्वीर खींचने की कोशिश कर रही हूँ। हकीकत इतनी भी बुरी नहीं है। विद्यार्थी समग्र तस्वीर के स्तर पर किसी तरह विभिन्न टॉपिक्स में अपनी दिलचस्पी बनाए रखते थे। कोई–कोई दिन जरूर "ऊब और उदासीनता" – यह उक्ति हमने ऐसे दिनों में अपना उत्साह बनाए रखने के लिए गढ़ ली थी – से भरे होते थे। इसलिए, अगले वर्ष की शुरुआत में ही मैंने गणेश चतुर्थी के साथ पड़ने वाले एक प्रोजैक्ट की रूपरेखा तय की। दूसरे वर्ष के अंकों में उसका 10 प्रतिशत हिस्सा रहने वाला था। यदि और कुछ नहीं तो, कम से कम मुझे उसमें बुनियादी मैकेनिक्स के सभी अंकों को एक साथ जोड़कर एक शोभामय पैकेज में रखने का मौका मिल रहा था, शोभा गणेश प्रदान कर रहे थे और पैकेज को एकजुट बनाने का काम मेरा था।

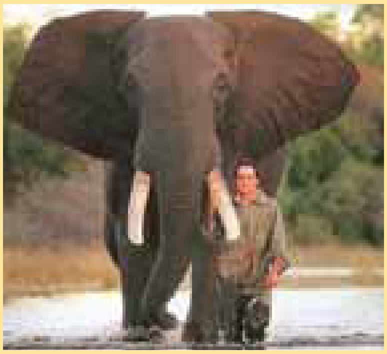
उस प्रोजैक्ट के लिए गणेश मूर्तियों की आवश्यकता थी। जिस स्कूल में मैं पढ़ाती थी वह कुम्हारों के एक गाँव से पैदल जाने की दूरी पर था और उस गाँव के लोग शहर के उत्तरी भाग के लिए गणेश की मूर्तियाँ बनाते थे। यह सुखद संयोग था, क्योंकि दस विद्यार्थियों की कक्षा के लिए मुझे बिना आग में पकाई और बिना रंगी हुई तीन गणेश मूर्तियों की जरूरत थी। इसके अलावा, हर गणेश के लिए मुझे दो या तीन उपयुक्त "मिट्टी काटने वाली चीजों" की जरूरत थी –ये प्रतिरोधक तार के 40 से.मी. लम्बे टुकड़े थे जिनका प्रत्येक सिरा पेन्सिल के एक छोटे टुकड़े पर लपेटा हुआ था; पेन्सिल के टुकड़े पकड़ने की मुठियों की तरह काम करते थे। यदि तार को गणेश के किसी हिस्से के ऊपर रख दिया जाए और उसे तानकर धीरे–धीरे नीचे की ओर खींचा जाए, तो वह मूर्ति को सफाई से खण्डों में काट देता है।

प्रयोगशाला उन सभी सामान्य मापक उपकरणों से सुसज्जित थी जो आमतौर पर किसी प्रयोगशाला में उपलब्ध रहते हैं: वर्नियर कैलिपर्स, स्क्रू गेज, रूलर, वेट्स (भार), फोर्स मीटर, धागा, चल माइक्रोस्कोप, टोर्क मीटर, इत्यादि। विद्यार्थियों को अपने प्रयोग में जब किसी भी ऐसे उपकरण की आवश्यकता पड़ती जिसे उन्होंने पहले इस्तेमाल किया था तो मैं खुशी से उसे प्रदान करने को प्रस्तुत थी।

प्रत्येक विद्यार्थी को तत्परता से एक शीट पर और मेरे ब्लॉग पर भी यहाँ दिया प्रोजैक्ट मिल गया।

गणेश की उत्पत्ति की कहानी रोचक और नाटकीय है तथा इस वेबसाइट पर आपको मिल सकती है: *http//hinduism.about.com/od/lordganesha/a/ganesha.html*

आपको नीचे दिया चित्र इस वैबसाइट पर भी मिल सकता है: *http://treadinggrain.com/2011/made-me-smile/a-elephant-and-man/* आप इस चित्र का उपयोग जानकारी प्राप्त करने के लिए कर सकते हैं।



आप मिट्टी काटने वाले तार का उपयोग मूर्ति को आर–पार काटने के लिए कर सकते हैं। मैं कहूँगी कि आप सारे टुकड़े उसी क्रम में व्यवस्थित रखें जिस क्रम में उन्हें काटें, ताकि हम इस अभ्यास के अन्त में आदरपूर्वक उन टुकड़ों को पानी में घोलकर मूर्तियों को उसी मिट्टी को लौटा दें जिससे वे आई थीं।

द्रव्यमान, चौड़ाई, लम्बाई, हड्डियों के पदार्थ का क्रश–फैक्टर (चूरा करने का गुणांक), आदि, (अब और अधिक संकेत नहीं!) पर शोध करके गणेश के भौतिक रूप का विश्लेषण करें और निष्कर्ष निकालें कि उनका एक वास्तविक जीवित स्वरूप तर्कसंगत रूप से सम्भव है या नहीं। आपका निष्कर्ष, जहाँ तक सम्भव हो, सांख्यिकीय जानकारियों तथा सही गणनाओं पर आधारित होना चाहिए।

आपको शुभकामनाएँ! आपके पास प्रायोगिक रिपोर्ट तैयार करने के लिए यह शेष सप्ताह और उसके बाद आने वाला सप्ताहान्त है।

शुक्रवार को, गणेश मूर्तियों का विसर्जन करने के लिए हम सारे टुकड़े पानी से भरी एक बाल्टी में डाल देंगे। यदि शुक्रवार के पहले आपने अपने प्रोजैक्ट के लिए आवश्यक सभी प्रेक्षण मापें नहीं ले लीं, तो आप उन्हें बाद में नहीं ले सकेंगे। इसलिए मैं सुझाव दूँगी कि आप प्रेक्षण मापें लेते समय कम मापें लेने के बजाय ज्यादा से ज्यादा मापें लें, भले ही वह अनावश्यक लगे।

इस तरह विद्यार्थी काम में जुट गए और मैंने प्रयोगों की एक विस्तृत श्रंखला करवाई तथा अनेक परिकल्पनाओं को सिद्ध करवाया।

मूल्यांकन के मापदण्ड नीचे दिए गए चार्ट के अनुसार थे:

J s kh	4	3	2	1
प्रायोगिक परिकल्पना	चर राशियों तथा अनुमानित परिणाम के बीच का परिकल्पित सम्बन्ध अध्ययन की गई विषयवस्तु के आधार पर स्पष्ट तथा तर्कसंगत है।	चर राशियों तथा अनुमानित परिणाम के बीच का परिकल्पित सम्बन्ध सामान्य ज्ञान तथा प्रेक्षणों के आधार पर तर्कसंगत है।	चर राशियों तथा अनुमानित परिणाम के बीच के परिकल्पित सम्बन्ध को व्यक्त किया गया है, लेकिन वह त्रुटिपूर्ण तर्क पर आधारित प्रतीत होता है।	कोई परिकल्पना व्यक्त नहीं की गई है।
वैज्ञानिक अवधारणाएँ	रिपोर्ट प्रायोगिक कार्य की आधारभूत वैज्ञानिक अवधारणाओं की सही तथा परिपूर्ण समझ दर्शाती है।	रिपोर्ट प्रायोगिक कार्य की आधारभूत अधिकांश वैज्ञानिक अवधारणाओं की सही समझ दर्शाती है।	रिपोर्ट प्रायोगिक कार्य की आधारभूत वैज्ञानिक अवधारणाओं की सीमित समझ दर्शाती है।	रिपोर्ट प्रायोगिक कार्य की आधारभूत अवधारणाओं की गलत समझ दर्शाती है।

प्रायोगिक डिजाइन	प्रायोगिक डिजाइन व्यक्त परिकल्पना का बखूबी रचा गया परीक्षण प्रस्तुत करती है।	प्रायोगिक डिजाइन परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए पर्याप्त है, किन्तु कुछ प्रश्नों को अनुत्तरित छोड़ देती है।	प्रायोगिक डिजाइन परिकल्पना से सम्बद्ध है, लेकिन यह परिपूर्ण परीक्षण नहीं है।	प्रायोगिक डिजाइन परिकल्पना से सम्बद्ध नहीं है।
कार्यविधियाँ	कार्यविधियाँ स्पष्ट चरणों में सूचीबद्ध की गई हैं। प्रत्येक चरण क्रमसंख्या द्वारा चिह्नित है और पूर्ण वाक्य की तरह व्यक्त किया गया है।	कार्यविधियाँ तार्किक क्रम में सूचीबद्ध की गई हैं, लेकिन चरणों को क्रमसंख्या द्वारा चिह्नित नहीं किया गया है, और/या वे पूर्ण वाक्य नहीं हैं।	कार्यविधियों की सूची दी गई है, लेकिन वे तार्किक क्रम में नहीं हैं या समझने में कठिन हैं।	कार्यविधियाँ प्रयोग के चरणों को सही–सही ढंग से सूचीबद्ध नहीं करतीं।
जानकारी के आँकड़े	जानकारी के आँकड़ों को तालिकाओं और/या रेखाचित्रों में पेशेवर दिखने वाले तथा सही निरूपण द्वारा प्रस्तुत किया है। रेखाचित्रों तथा तालिकाओं को उचित लेबल तथा शीर्षक दिए गए हैं।	जानकारी के आँकड़ों का तालिकाओं और/या रेखाचित्रों में सही निरूपण किया गया है। रेखाचित्रों तथा तालिकाओं को उचित लेबल तथा शीर्षक दिए गए हैं।	जानकारी के आँकड़ों का लिखित रूप में सही निरूपण किया गया है। कोई रेखाचित्र या तालिकाएँ प्रस्तुत नहीं की गई हैं।	जानकारी के आँकड़े दिखाए नहीं गए हैं या वे सही नहीं हैं।
विश्लेषण	चर राशियों के बीच के सम्बन्ध की व्याख्या की गई है और प्रवृत्तियों ,संरचनाओं का तार्किक विश्लेषण किया गया है। इसके बारे में अनुमान लगाए गए हैं कि यदि प्रयोग के किसी अंश को बदल दिया जाए तो क्या हो सकता है, या प्रायोगिक डिजाइन को किस तरह बदला जा सकता है।	चर राशियों के बीच के सम्बन्ध की व्याख्या की गई है और प्रवृत्तियों,संरचनाओं का तार्किक विश्लेषण किया गया है।	चर राशियों के बीच के सम्बन्ध की व्याख्या की गई है लेकिन जानकारियों के आधार पर कोई संरचनाएँ, प्रवृत्तियाँ, या अनुमान नहीं दर्शाए गए हैं।	चर राशियों के बीच के सम्बन्ध की व्याख्या नहीं की गई है।
निष्कर्ष	हासिल की गई जानकारियाँ परिकल्पना की पुष्टि करती हैं या नहीं, त्रुटियों के सम्भावित स्रोत और प्रयोग से क्या सीखा गया, ये सभी बातें निष्कर्ष में शामिल हैं।	हासिल की गई जानकारियाँ परिकल्पना की पुष्टि करती हैं या नहीं तथा प्रयोग से क्या सीखा गया, ये बातें निष्कर्ष में शामिल हैं।	प्रयोग से क्या सीखा गया, यह निष्कर्ष में शामिल है।	रिपोर्ट में कोई निष्कर्ष शामिल नहीं किया गया या कोई प्रयास या विचार प्रक्रिया नहीं दर्शाई गई।

(गणेश प्रोजैक्ट के लिए उपरोक्त चार्ट के शीर्षकों को गढ़ने में मिली मदद के लिए रूबीस्टार (http://rubistar.4teachers.org) को धन्यवाद)

एक विद्यार्थी ने मानव की माप तथा हाथी के सिर की माप की तुलना की और ऐसा परिणाम निकाला जिसने मेरी कल्पनाओं को यथार्थ की धरती पर चकनाचूर कर दिया। मैंने हमेशा गणेश की कल्पना मानव के घुटनों तक पहुँचने वाले आकार में की थी, लेकिन वह सच नहीं था! जिस अनुपात के हम अभ्यस्त हो गए हैं उसके अनुसार उन्हें अपने सिर को साध सकने के लिए हाथी जितना ऊँचा होना होगा। मैंने उस प्रोजैक्ट रिपोर्ट को स्वीकार किया हालाँकि वह करीब–करीब पूरा गणित था और उसमें भौतिकविज्ञान बहुत कम था।

विद्यार्थियों ने जो मापें ली थीं उनका मेरे पास रिकार्ड नहीं है। करीब–करीब वे सभी दूसरे देशों से आए विद्यार्थी थे और कोर्स के अन्त में वे अपने देशों को वापिस चले गए। लेकिन मुझे मोटी–मोटी मापों की याद है। उदाहरण के लिए, यह बात सामने आई कि गणेश के सिर के बोझ के कारण दब जाने से बचने के लिए उनकी रीढ़ की हड्डी का व्यास लगभग 20 सें.मी. होना होगा। सिर के वजन के कारण उनके पैरों को उनकी आड़ी काट के क्षेत्रफल के अनुसार, यदि वे अपने हाथों और पैरों पर चलें तो, दी गई माप से मजबूरन लगभग चार गुना मोटा होना होगा, और यदि वे दो पैरों पर चलें तो छह गुना मोटा होगा।

एक विद्यार्थी ने नसों तथा धमनियों की प्रत्यास्थता पर भी विचार किया, पर वह उसमें आगे नहीं जा सका क्योंकि उसे इण्टरनेट से आधार जानकारियाँ तथा आँकड़े हासिल नहीं हो

पाए। एक अन्य विद्यार्थी को उसके बुद्धि कौशल से समझ में आया कि हाथी के सिर को घुमाने में समस्या आएगी, लेकिन उस घुमाव गति को रोकने के लिए आवश्यक रैखिक बल गर्दन पर स्थित मांसपेशियों को चीर देगा। वह चक्रीय गति के बारे में सोच रहा था। उसने यह भी सुझाया कि यदि गणेश ने कभी नीचे की ओर देखा, तो उनकी गर्दन के पीछे की मांसपेशियाँ इतनी भारी और बलशाली नहीं थी कि वे फिर से अपना सिर उठा सकें। इसकी पुष्टि करने के लिए उसके पास कोई आँकड़े या गणनाएँ नहीं थीं, हालाँकि इसका कारण चिकित्सकीय जानकारियों तथा आँकड़ों के कोशों को खंगालने की कोशिश का अभाव नहीं था। ऐसा लगता है कि चिकित्सकीय शोधकर्ता मनुष्य की गर्दन की मांसपेशियों के समूहों के चिरने की सीमाओं का परीक्षण नहीं करते। यदि वे करते भी हैं तो उसका कम समय में पता लगाना कठिन था। विद्यार्थियों का विचार था कि झटके से गर्दन को मोड़ने से होने वाली चोटों की बात करने वाली चिकित्सकीय वैबसाइटों पर ऐसी जानकारियाँ होना चाहिए थीं, लेकिन वे उपलब्ध नहीं थीं।

एक आलेख में माइक्रोसर्जरी (सूक्ष्म–शल्यचिकित्सा) के आवश्यक होने के बारे में एक टिप्पणी थी जिसके बारे में मैंने लिखा कि "यह थोड़ा मजाकिया है"। लेकिन मेरी पसन्दीदा टिप्पणी एक जर्मन विद्यार्थी द्वारा की गई थी, कि जहाँ उसके शोध ने दिखाया कि गणेश एक न टिक सकने वाली भौतिक आकृति थे, वहीं एक अध्यात्मिक स्वरूप की तरह उनसे स्पर्धा कर सकने वाला कोई दूसरी धार्मिक आकृति नहीं थी!

क्या विद्यार्थियों ने इस अभ्यास से कुछ सीखा? हाँ, मैं कहूँगी कि उन्होंने निश्चित ही यह सीखा कि कैसे समस्त विज्ञान अन्तर्सम्बन्धित हैं। उन्होंने यह भी सीखा कि वास्तविक विज्ञान में अन्वेषण कभी–कभी सुरुचिपूर्ण ढंग से सरल होते हैं। क्या उन्होंने यांत्रिकी के अपने ज्ञान को प्रदर्शित किया? मैं कहूँगी कि कुछ ने किया और कुछ ने नहीं किया। लेकिन सत्र की परीक्षाओं में भी क्या ऐसा ही नहीं होता? क्या भविष्य में किसी अन्य कक्षा में मैं फिर इसे करूँगी? मैं इसका उत्तर एक जोरदार "हाँ" से दूँगी।



__ज्योति__ ने अरब सागर के दोनों ओर के देशों में तीस वर्षों तक भौतिकी तथा गणित का अध्यापन किया है। उन्होंने लुसाका, जाम्बिया में पढ़ाना प्रारम्भ किया। फिर दस वर्ष बाद, वे हाई एनर्जी फिजिक्स एण्ड एजुकेशन (उच्च ऊर्जा भौतिकी तथा शिक्षा) में दूसरी स्नातकोत्तर डिग्री की पढ़ाई करने के लिए लिवरपूल चली गईं। लौटकर उन्होंने बंगलौर के माल्या अदिति इण्टरनेशनल स्कूल में दस वर्ष तक कार्य किया। फिर सिर्फ इस दस वर्ष के बार–बार के चक्र को तोड़ने के लिए, वे छह वर्ष के लिए इण्टरनेशनल स्कूल ऑफ केन्या में पढ़ाने के लिए केन्या चली गईं। वे फिर से थोड़े समय के लिए अदिति स्कूल में काम करने के लिए भारत लौटीं और फिर स्टोनहिल इण्टरनेशनल स्कूल में चार वर्ष बिताने के बाद उन्होंने अपने औपचारिक शिक्षण कार्य से "अवकाश" ले लिया। अब ज्योति लगभग अनगिनत स्वैच्छिक संस्थाओं के विपुल संख्या वाले प्रयासों से जुड़ी हुई हैं। भविष्य में किसी दिन ज्योति का वाकई में अवकाश ले लेने का वायदा है। उनसे इस jyoti.thyagu@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है। __अनुवाद :__ सत्येन्द्र त्रिपाठी